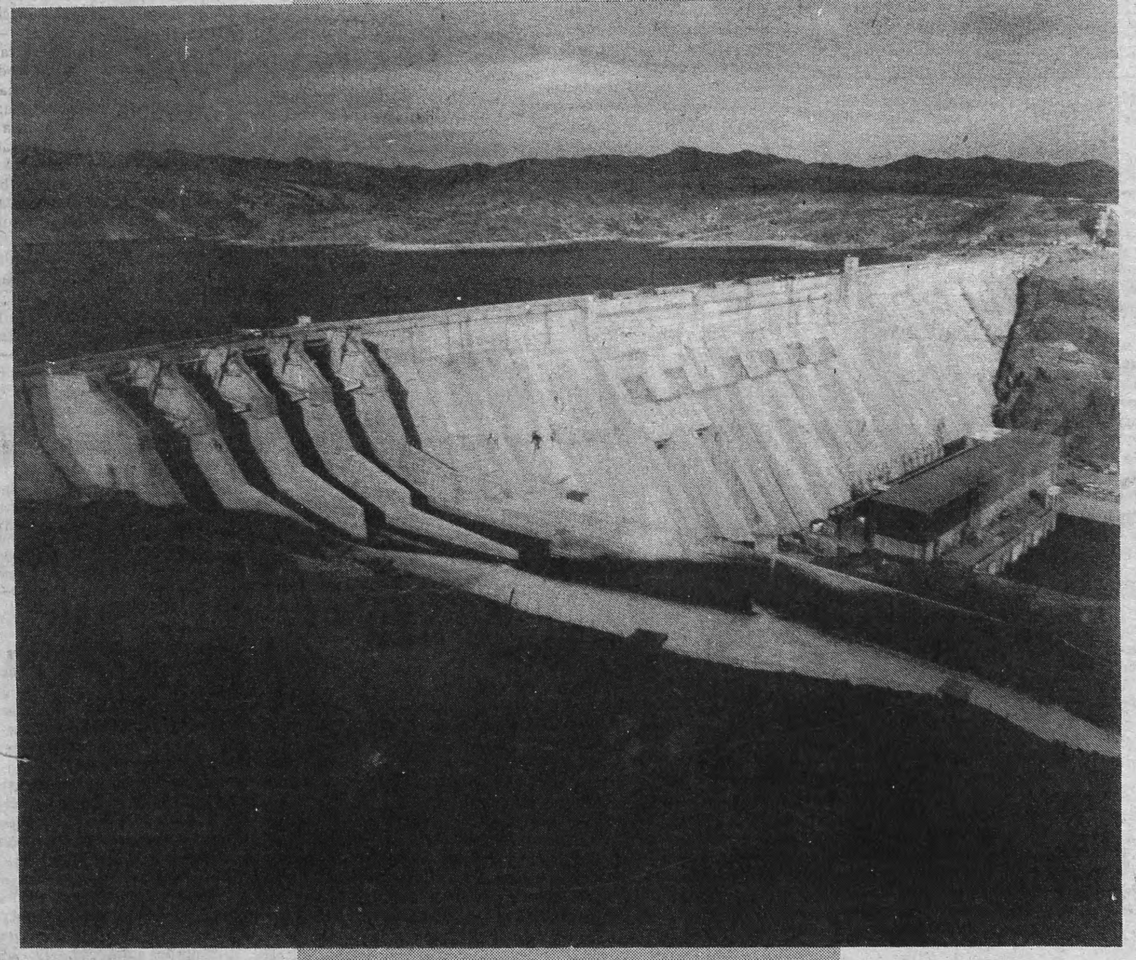
MAÑANA SE INAUGURA

PIEDRA DEL AGUILA



En el complejo que se inaugurará mañana, I.M.P.S.A. participa en los principales contratos electromecánicos, en el diseño, provisión y montaje de las turbinas con sus generadores, y también realizando el equipamiento hidromecánico, como compuertas de toma, ataguías, rejas y compuertas radiales de vertedero. El conjunto generará anualmente 5500 GWH.
Para darse una idea, en terminos de energía, esto equivale aproximadamente al 10% de la potencia instalada de todo el país.
Tal es la importancia energética de la central hidroeléctrica de Piedra del Aguila que se inaugurará mañana en la cuenca superior del río Limay, en el límite entre Neuquén y Río Negro.

I.M.P.S.A., por nivel tecnológico y capacidad industrial, ha llevado a buen fin una parte principal del proyecto. Como lo hizo y continúa haciéndolo en 18 países del mundo, a los que provee con tecnología y equipamiento de alto valor agregado.
I.M.P.S.A. tiene el exclusivo privilegio de realizar centrales hidroeléctricas llave en mano. Con muchas obras ganadas en licitaciones internacionales y llevadas exitosamente a cabo en otros países, I.M.P.S.A. se enorgullece de haber cumplido, una vez más, con un proyecto argentino relevante para nuestro país.
Agradece a todos los profesionales, técnicos y operarios de la empresa por la energía puesta en cumplir esta obra.

El aprovechamiento hidroeléctrico de Piedra del Aguila está ubicado sobre el río Limay, límite natural de las provincias de Neuquén y Río Negro. La Presa, que cierra un estrechamiento de la garganta del río, está a unos 25 km. de la localidad de Piedra del Aguila, ubicada sobre la Ruta Nacional 237 que une la ciudad de Neuquén con Bariloche, y a unos 250 y 230 km. de estas ciudades respectivamente.

La energía que produzca este aprovechamiento hidroeléctrico, el de mayor envergadura ubicado en territorio nacional, será transmitida al Sistema Interconectado Nacional.

El comitente es Hidronor S.A. (Hidroeléctrica Norpatagónica Sociedad Anónima), cuyo único accionista actualmente es el Estado. El contratista principal, luego del proceso de precalificación, licitación y adjudicación de las obras civiles desarrollado en 1983 Y 1984, es la Unión de Constructores Argentinos S.A. (U.C.A.S.A.), integrada por las siguientes empresas:

José Cartellone Construcciones Civiles S.A. —Mendoza— Empresa Líder. CONEVIAL S.A.C.I.C.I.F. Bs. As. CODI S.A. Bs. As. IGLYS S.A. Bs. As. IMPREGILO S.p.A. —Milán, Italia.

Cabe destacar que por primera vez una empresa netamente argentina, José Cartellone Construcciones Civiles S.A., lidera una obra de la envergadura de Piedra del Aguila.

Otros contratos principales adjudicados por el comitente fueron: turbinas y auxiliares (IMPSA-ENERGO MACHEX PORT-COMETARSA), Generadores (IMPSA-ENERGO MACHEX PORT-COMETARSA), Equipos Eléctricos Varios (ORMAS), Montaje Eléctrico (ORMAS), Estación de Maniobra de 500 kv (Tipo SE 6) MITSUBISHI; Transformadores de Unidad (IMPSA-ENERGO MACHEX PORT-COMETARSA), Puentes y Pórticos Grúas (BARDELLA-COMETARSA). Automatización y Control (NERPIC). Compuertas Ataguías y Rejas (IMPSA) y Compuertas del Descargador de Fondo (VOEST ALPINE).

Asimismo, el comitente determinó respecto de los subcontratos que:

a) Fueran adjudicados por Hidronor S.A. y administrados por U.C.A.S.A.: Tuberías de Presión y Blindajes del Descargador de Fondo, cerramiento de la central. Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado; Tratamiento de Paleocauce (Inyección y Drenajes).

b) Fueron adjudicados y administrados por U.C.A.S.A.: Compuertas para el desvío, Elevadores, Investigación del subsuelo, ensayos de Inyecciones en el Paleocauce, e Instrumentación.

Costo y financiamiento

El costo total del proyecto, incluyendo las obras de generación y transmisión, fue previsto en 1981 en 1170 millones de dólares.

Para la financiación del proyecto fueron suscriptos con el Banco Interamericano de Desarrollo, acuerdos de préstamos por valor de 520 millones de dólares, constituyendo la mayor operación efectuada por el BID para un proyecto individual dentro del sector eléctrico en la República Argentina con destino al financiamiento parcial de las Obras Civiles, temporarias y permanentes; Ingeniería y Equipamiento Hidroelectromecánico de la Central y Sistema de Transmisión y Telecomunicaciones asociado a la Central.

El costo en moneda local de las obras es cubierto con recursos autogenerados por Hidronor y aportes del accionista vía suscripciones de capital. Resulta oportuno precisar que las leyes posteriores a la N° 17.574 de 1967 ampliaron el destino del Fondo El Chocón Cerros Colorados a las obras del Complejo Alicopa, y crearon además nuevos recursos para ser destinados a esas y otras obras eléctricas.

En cuanto al componente en moneda extranjera no cubierto por préstamos del BID, Hidronor solicitó a los países proveedores de equipos y materiales importados el otorgamiento de

PIEDRA DEL AGUILA

OBRA DE TITANES

Piedra del Aguila es el aprovechamiento hidroeléctrico de mayor envergadura ubicado en territorio nacional. Su contratista es la Unión de Constructores Argentinos S.A. (UCASA), y por primera vez una empresa netamente argentina, José Cartellone Construcciones Civiles S.A., lidera una obra de tal magnitud. Una vez en funcionamiento, Piedra del Aguila generará aproximadamente el 10 por ciento del consumo nacional.

facilidades de crédito que cubran el equivalente al 100 por ciento del valor en divisas de los respectivos contratos, incluyendo el montaje y supervisión, además del mayor costo resultante.

La obra civil, iniciada en 1985, registraba al mes de julio pasado un avance de un 93 por ciento, y la certificación acumulada un 80 por ciento aproximadamente.

Resumen de las obras

En sus rubros principales, la obra constaba al 31 de julio pasado, de las siguientes cantidades aproximadamente:

	Ejecutado al 31/7/90	Total de obra previsto
Excavación en roca	2.900.000 m³	3.000.000
Excavación común	2.192.000 m³	2.192.000
Hormigones	3.576.000 m³	3.675.000
Aceros p/armaduras	38.000 Tn	40.000
En obras subterráneas:		
Galerías excavadas en roca	2.800 m	
Galerías excavadas en aluvión	3.000 m	
Long. exc. en pozos	650 m	
Long. gal. excavada con escudo Westfalia Lünen	880 m	
Soportes colocados	1.800 Tn	
Hgón. lanzado	5.100 m³	
Hgón. colocado	42.500 m³	

El aprovechamiento comprende las siguientes estructuras principales.

a) Presa

El cierre frontal del río Limay se logra con una presa de hormigón de gravedad cuya cota de coronamiento es a nivel 595,30 m.s.n.m. y alcanza un máximo de 170 m sobre la fundación. El talud de aguas arriba es vertical. El de aguas abajo tiene una pendiente de 0,75 H: 1. V.

El volumen total de hormigón de la presa es de 2.780.000 m³.

La estructura de hormigón de la presa se funda en la roca sana que es impermeabilizada con una cortina de inyecciones. Las subpresiones bajo los bloques de la presa se reducen con una cortina de drenajes.

Esta presa creará un embalse de aproximadamente 120 km. de longitud con un nivel máximo normal de operación de 592 m.s.n.m. y con un volumen total de 12.400 H. m³.

Cabe destacar la característica principal de esta obra en lo que respecta a la metodología de colocación del hormigón en masa para presa, vertedero y central. El hormigón es colocado por medio de tres blondines, que consisten en cables vías que transportan el hormigón en baldes de 9 m³. Los blondines están sostenidos por un sistema de torres en ambas márgenes de la garganta del río, separadas aproximadamente 1100 m. Sobre margen derecha se encuentran tres torres fijas y sobre margen izquierda tres "torres-carros" móviles que permiten "barrer" el área de la Central, Aliviadero y Presa. El rendimiento del sistema de hormigonado con blondines es de 300 m³/h. Se ha llegado en el "mes pico" a colocar más de 140.000 m³. Como producción diaria máxima se alcanzó la cifra de 9100 m³ en el mes de octubre de 1988.

b) Aliviadero

El aliviadero está incorporado a la presa y se encuentra ubicado sobre margen izquierda. Tiene un vertedero perfil creager, rápida, canal de fuga y disipador de energía. Está dividido en cuatro vanos regulados por cuatro compuertas radiales de 19 m de alto y 15 m de ancho.

El canal de descarga de aproximadamente 250 m de longitud, tiene tres aireadores en escalón con tomas de aire en torres. Se estrecha hacia aguas abajo de 60 a 52 m, hasta terminar en un disipador de energía tipo Salto de Sky.

El aliviadero tiene una capacidad de descarga de 10.000 m³/s.

La estructura de control se complementa en el coronamiento con un pórtico grúa que puede desplazarse a lo largo de la presa para servir también a las estructuras de toma.

c) Descargador de Fondo

Está ubicado sobre margen derecha y atraviesa el cuerpo de la presa. Consta de tres conductos circulares independientes de 76 m de largo cada uno, con blindaje de acero de 4,5 m. de diámetro, con tomas abocinadas rectangulares de aproximadamente 9 m de alto por 3,80 m de ancho, recatas con piezas fijas para futuras ataguías.

La descarga es controlada en cada conducto aguas abajo y al pie de la Presa por un par de compuertas deslizantes (servicio y guardia) de alta presión (110 m de carga máxima).

A partir de las compuertas y coincidentemente con cada conducto continúa un canal de descarga a pelo libre con una longitud media de 230 m. En su extremo de aguas abajo tiene un disipador tipo deflector lateral y rampa en fondo.

La capacidad máxima de descarga es, para el embalse a cota 592 m, de 1.560 m³/seg., pudiendo permitir el pasaje de un caudal mínimo durante la etapa de llenado del embalse.

d) Obras de Tomas y conducción

Las obras de toma son seis incorporadas al cuerpo de la presa. Son estructuras de captación abocinada e incluyen rejas, ataguías y compuertas.

El cierre o apertura es mediante compuertas planas, con una sección neta de 396 m².

e) Central Hidroeléctrica y canal de restitución

La central hidroeléctrica es exterior y cubierta, ubicada a pie de presa. Está equipada inicialmente con cuatro grupos de 350 MW, habiéndose tomado las previsiones para la adición de dos grupos de iguales características a ubicar en el área del canal de descarga de las obras de desvío.

La casa de máquina se compone de módulos de 26 m de ancho para alojar cada grupo y dos de 21 m para la playa de montaje. En un edificio anexo se ubican los sistemas de control.

El canal de restitución tiene una sección rectangular de 100 m de largo, 112 m de ancho y profundidad variable.

El edificio de la central es de hormigón armado, fundado sobre roca, mediante un "tapón de fundación de hormigón masa".

La subestructura y superestructura se hizo en primera etapa para luego empotrar en un hormigón de segunda etapa los elementos de acero del tubo difusor, cámara espiral y piezas empotradas del generador.

En las superestructuras tiene elementos premoldeados como paneles de cerramiento y vigas carrileras para el puente grúa.

El volumen total de hormigón en la central es de 237.000 m³.

f) Equipamiento mecánico de la central

Las turbinas serán del tipo Francis de eje vertical con cámara espiral de acero. La capacidad de generación de la Central de 1400 MW está dada por cuatro unidades de 350 MW cada una.

Para cubrir los desplazamientos interiores y montaje en la central se cuenta con dos puentes grúas provistos cada uno de un cabrestante móvil con tres guinches de 540 Tn, 40 Tn y 10 Tn.

En el tubo de aspiración, para cubrir las unidades de simultaneidad de trabajo en las cuatro unidades durante el proceso de montaje y cuando comience a funcionar la primera máquina, se han previsto cuatro juegos de ataguías de acero y cuatro juegos de paneles de hormigón premoldeados ("stop-logs").

g) Equipamiento eléctrico

Cada generador operará en bloque con su correspondiente transformador elevador con interruptor de 500 Kv.

El esquema de 500 kv. consistirá en un sistema de doble barra simple, interruptor blindado, con aislación de hexafluoruro de azufre (SF-6) al que se conectarán todas las unidades mediante dos líneas de transmisión.

La potencia de servicios auxiliares será suministrada alternativamente desde las siguientes fuentes:

—Transformador conectado a barras de los generadores 1 ó 4.

—Línea de 13,2 Kv proveniente de la E.T. Piedra del Aguila (132 Kv).

—Grupo generador de emergencia.

La central contará con dos bancos de baterías estacionarias de 110 v, suficiente cada una de ellas para suministrar potencia para control durante paradas y arranques de la central y potencia para alumbrado de emergencia durante dos horas.

Cada banco de batería tendrá su cargador dimensionado para alimentar todas las cargas normales de control de corrientes continua y de carga de los bancos de batería.

La energía media anual generada será de 5500 GWh.

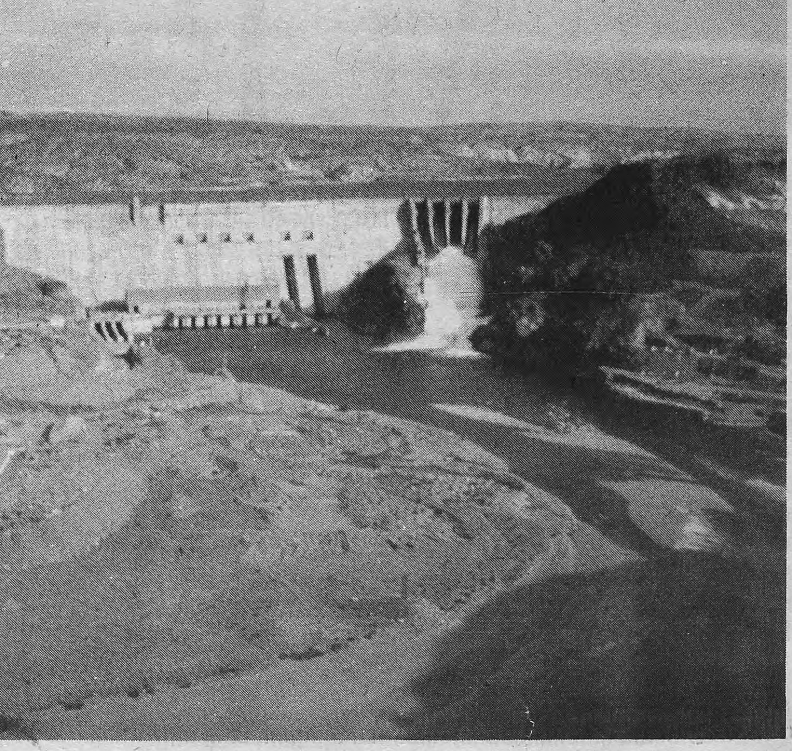
h) Automatización y control

La central será supervisada y controlada por un sistema informático, que se compondrá de microcomputadoras distribuidas, enlazadas por una red local de datos.

El sistema tendrá microcomputadoras para el control de las plantas operativas, de aplicaciones, de registro, de comunicaciones, etc.; microcomputadoras remotas (turbogrupos, estación de maniobras, auxiliares, vertedero, etc.); periféricos centrales, consolas con monitor color e impresoras, y periféricos menores.

El software será el normal de supervisión y control (SCADA), con aplicaciones.

La central se podrá operar desde el centro de operación y despacho, o localmente, siempre a través del sistema





ENERGÍA GENERADA

Es importante destacar que Piedra del Aguila generará aproximadamente el 10% del consumo nacional.

A continuación se detallan la potencia y la energía de distintos aprovechamientos hidroeléctricos:

	Potencia MW	Energía GWH
Piedra del Aguila	1.424	5.500
El Chocón	1.200	3.350
Alicura	1.000	2.360
Planicie Banderita	450	1.500
Arroyito	120	720
Pichi Picun Leufú	255	1.013
Salto Grande	1.820	6.700
Urugua-I	120	355
Río Grande	750	
Yaciretá	4.050	18.120

facilidades de crédito que cubran el equivalente al 100 por ciento del valor en divisas de los respectivos contratos, incluyendo el montaje y supervisión, además del mayor costo resultante.

La obra civil, iniciada en 1985, registraba al mes de julio pasado un avance de un 93 por ciento, y la certificación acumulada un 80 por ciento aproximadamente.

Piedra del Aguila es el aprovechamiento hidroeléctrico de mayor envergadura ubicado en territorio nacional. Su contratista es la Unión de Constructores Argentinos S.A. (UCASA), y por primera vez una empresa netamente argentina, José Cartellone Construcciones Civiles S.A., lidera una obra de tal magnitud. Una vez en funcionamiento, Piedra del Aguila generará aproximadamente el 10 por ciento del consumo nacional.

Resumen de las obras

En sus rubros principales, la obra constaba al 31 de julio pasado, de las siguientes cantidades aproximadamente:

	Ejecutado al 31/7/90	Total de obra previsto
Excavación en roca	2.900.000 m³	3.000.000
Excavación común	2.192.000 m³	2.192.000
Hormigones	3.576.000 m³	3.675.000
Aceros p/armaduras	38.000 Tn	40.000
En obras subterráneas:		
Galerías excavadas en roca	2.800 m	
Galerías excavadas en aluvión	3.000 m	
Long. exc. en pozos	650 m	
Long. gal. excavada con escudo Westfalia Lünen	880 m	
Soportes colocados	1.800 Tn	
Hgón. lanzado	5.100 m³	
Hgón. colocado	42.500 m³	

El aprovechamiento comprende las siguientes estructuras principales.

a) Presa

El cierre frontal del río Limay se logra con una presa de hormigón de gravedad cuya cota de coronamiento es a nivel 595,30 m.s.n.m. y alcanza un máximo de 170 m sobre la fundación. El talud de aguas arriba es vertical. El de aguas abajo tiene una pendiente de 0,75 H: 1. V.

El volumen total de hormigón de la presa es de 2.780.000 m³.

La estructura de hormigón de la presa se funda en la roca sana que es impermeabilizada con una cortina de inyecciones. Las subpresiones bajo los bloques de la presa se reducen con una cortina de drenajes.

Esta presa creará un embalse de aproximadamente 120 km. de longitud con un nivel máximo normal de operación de 592 m.s.n.m. y con un volumen total de 12.400 H. m³.

Cabe destacar la característica principal de esta obra en lo que respecta a la metodología de colocación del hormigón en masa para presa, vertedero y central. El hormigón es colocado por medio de tres blondines, que consisten en cables vías que transportan el hormigón en baldes de 9 m³. Los blondines están sostenidos por un sistema de torres en ambas márgenes de la garganta del río, separadas aproximadamente 1100 m. Sobre margen derecha se encuentran tres torres fijas y sobre margen izquierda tres "torres-carros" móviles que permiten "barrer" el área de la Central, Aliviadero y Presa. El rendimiento del sistema de hormigonado con blondines es de 300 m³/h. Se ha llegado en el "mes pico" a colocar más de 140.000 m³. Como producción diaria máxima se alcanzó la cifra de 9100 m³ en el mes de octubre de 1988.

b) Aliviadero

El aliviadero está incorporado a la presa y se encuentra ubicado sobre margen izquierda. Tiene un vertedero perfil creager, rápida, canal de fuga y disipador de energía. Está dividido en cuatro vanos regulados por cuatro compuertas radiales de 19 m de alto y 15 m de ancho.

El canal de descarga de aproximadamente 250 m de longitud, tiene tres aireadores en escalón con tomas de aire en torres. Se estrecha hacia aguas abajo de 60 a 52 m, hasta terminar en un disipador de energía tipo Salto de Sky.

El aliviadero tiene una capacidad de descarga de 10.000 m³/s.

La estructura de control se complementa en el coronamiento con un pórtico grúa que puede desplazarse a lo largo de la presa para servir también a las estructuras de toma.

c) Descargador de Fondo

Está ubicado sobre margen derecha y atraviesa el cuerpo de la presa. Consta de tres conductos circulares independientes de 76 m de largo cada uno, con blindaje de acero de 4,5 m de diámetro, con tomas abocinadas rectangulares de aproximadamente 9 m de alto por 3,80 m de ancho, recatas con piezas fijas para futuras ataguías.

La descarga es controlada en cada conducto aguas abajo y al pie de la Presa por un par de compuertas deslizantes (servicio y guardia) de alta presión (110 m de carga máxima).

A partir de las compuertas y coincidentemente con cada conducto continúa un canal de descarga a pelo libre con una longitud media de 230 m. En su extremo de aguas abajo tiene un disipador tipo deflector lateral y rampa en fondo.

La capacidad máxima de descarga es, para el embalse a cota 592 m , de 1.560 m³/seg., pudiendo permitir el pasaje de un caudal mínimo durante la etapa de llenado del embalse.

d) Obras de Tomas y conducción

Las obras de toma son seis incorporadas al cuerpo de la presa. Son estructuras de captación abocinada e incluyen rejas, ataguías y compuertas.

El cierre o apertura es mediante compuertas planas, con una sección neta de 396 m².

e) Central Hidroeléctrica y canal de restitución

La central hidroeléctrica es exterior y cubierta, ubicada a pie de presa. Está equipada inicialmente con cuatro grupos de 350 MW, habiéndose tomado las previsiones para la adición de dos grupos de iguales características a ubicar en el área del canal de descarga de las obras de desvío.

La casa de máquina se compone de módulos de 26 m de ancho para alojar cada grupo y dos de 21 m para la playa de montaje. En un edificio anexo se ubican los sistemas de control.

El canal de restitución tiene una sección rectangular de 100 m de largo, 112 m de ancho y profundidad variable.

El edificio de la central es de hormigón armado, fundado sobre roca, mediante un "tapón de fundación de hormigón masa".

La subestructura y superestructura se hizo en primera etapa para luego empotrar en un hormigón de segunda etapa los elementos de acero del tubo difusor, cámara espiral y piezas empotradas del generador.

En las superestructuras tiene elementos premoldeados como paneles de cerramiento y vigas carrileras para el puente grúa.

El volumen total de hormigón en la central es de 237.000 m³.

f) Equipamiento mecánico de la central

Las turbinas serán del tipo Francis de eje vertical con cámara espiral de acero. La capacidad de generación de la Central de 1400 MW está dada por cuatro unidades de 350 MW cada una.

Para cubrir los desplazamientos interiores y montaje en la central se cuenta con dos puentes grúas provistos cada uno de un cabrestante móvil con tres guinches de 540 Tn, 40 Tn y 10 Tn.

En el tubo de aspiración, para cubrir las unidades de simultaneidad de trabajo en las cuatro unidades durante el proceso de montaje y cuando comience a funcionar la primera máquina, se han previsto cuatro juegos de ataguías de acero y cuatro juegos de paneles de hormigón premoldeados ("stop-logs").

g) Equipamiento eléctrico

Cada generador operará en bloque con su correspondiente transformador elevador con interruptor de 500 Kv.

El esquema de 500 kv. consistirá en un sistema de doble barra simple, interruptor blindado, con aislación de hexafluoruro de azufre (SF-6) al que se conectarán todas las unidades mediante dos líneas de transmisión.

La potencia de servicios auxiliares será suministrada alternativamente desde las siguientes fuentes:

—Transformador conectado a barras de los generadores 1 ó 4.

—Línea de 13,2 Kv proveniente de la E.T. Piedra del Aguila (132 Kv).

—Grupo generador de emergencia.

La central contará con dos bancos de baterías estacionarias de 110 v, suficiente cada una de ellas para suministrar potencia para control durante paradas y arranques de la central y potencia para alumbrado de emergencia durante dos horas.

Cada banco de batería tendrá su cargador dimensionado para alimentar todas las cargas normales de control de corrientes continua y la carga de los bancos de batería.

La energía media anual generada será de 5500 GWh.

h) Automatización y control

La central será supervisada y controlada por un sistema informático, que se compondrá de microcomputadoras distribuidas, enlazadas por una red local de datos.

El sistema tendrá microcomputadoras para el control de las plantas operativas, de aplicaciones, de registro, de comunicaciones, etc.; microcomputadoras remotas (turbogrupos, estación de maniobras, auxiliares, vertedero, etc.); periféricos centrales, consolas con monitor color e impresoras, y periféricos menores.

El software será el normal de supervisión y control (SCADA), con aplicaciones.

La central se podrá operar desde el centro de operación y despacho, o localmente, siempre a través del sistema informático.

El desvío del río se efectuó a través de un canal a cielo abierto excavado en la margen izquierda, siendo controlado el escurrimiento por una estructura de control que forma parte de la presa.

Paleocauce

El perfil geológico muestra sobre margen izquierda y a partir del estribo de la presa, un valle de un cauce antiguo cuya base está constituida por rocas andesíticas y graníticas. Este valle está rellenado por sedimentos aluvionales sobrepuestos, compuestos por arcillas, arenas, gravillas, gravas, rodados, y bloques de 25 cm. o mayores entremezclados. Estos sedimentos se encuentran cubiertos por varias coladas basálticas, con espesores que alcanzan los 70 m, creando una meseta.

El paleocauce se halla ubicado paralelo al actual cauce del río Limay (en la zona de cierre). Este problema es inédito para este tipo de presa y original su tratamiento.

La impermeabilización de este valle se hizo a través de un muro de hormigón (Pared Diafragma) y una cortina de inyecciones; un sistema de drenaje aguas abajo controla las eventuales filtraciones según se describe a continuación:

1. Muro Diafragma:

a) Proyecto constructivo:

El proyecto constructivo fue propuesto y llevado a cabo por U.C.A.S.A. (Contratista Principal). El proyecto comprendió la metodología constructiva, cálculo de estabilidad de los distintos elementos componentes e ingeniería de detalle.

El empalme de la presa con la cortina de inyección del paleocauce se proyectó hacerlo por medio de una pared contínua de hormigón (obra denominada Muro Diafragma), y una estructura de vinculación (obra denominada Módulo 4).

El mencionado muro tiene aprox. 190 m de longitud, comenzando en el Módulo 4 de la Presa, atravesando la elevación que forma la roca de base y terminando en la ladera derecha del valle del paleocauce. El espesor del muro es variable entre 1,90 m y 3,50 m y una altura máxima de 66 m entre la roca base y la parte inferior del basalto.

Ante esta situación el contratista implementó un método que contempla la excavación de 23 galerías sobrepuestas a ser rellenadas con hormigón tras la excavación. Asimismo se buscó 4 de los módulos de la Presa (módulos 5 y 6). Para ello se utilizó el método de "Jet Grouting" (tratamiento tipo T2) para consolidar las paredes de dos barriles cilíndricos excavados en aluvión hasta alcanzar la cota de fundación en roca. Desde el primer barril (B1) se previeron excavar ocho galerías sobrepuestas del Muro Diafragma mientras que en el segundo barril (B2) se fundó parte del Módulo 5 y del Módulo 4.

Las galerías superiores hasta la galería GP6 se excavaron desde el barril y las inferiores se excavaron desde el pozo PP1 (límite izq. Muro Diafragma).

2. Tratamiento del Paleocauce

El tratamiento del paleocauce consistió básicamente a partir del PP1, (final del Muro Diafragma) y hasta el extremo izquierdo del valle, en una reducción sustancial de la permeabilidad del relleno aluvial del mismo como la de la roca base, mediante una "cortina de impermeabilización" con inyecciones desde galerías superiores (GP1 y GP2) e inferior (GP3) contenidas en un mismo plano vertical y coincidente con el Muro Diafragma. Las diferencias de niveles entre ambas galerías son de 80 m aproximadamente.

El tratamiento previsto (cortina de impermeabilización) consistió en tres líneas de inyección conformadas por dos barreras extremas (primaria y secundaria) y una central (terciaria) cuyas perforaciones se ubicaron en tres planos verticales paralelas a los ejes de las galerías (GP1, GP2, gal. superiores y GP3 gal. inferior). Dichos planos están separados 2 m en la gal. GP2 y 1,35 m en la GP1.

A unos 200 m aguas abajo de la galería GP3 y aproximadamente paralela a ésta, se desarrolla otra galería (gal. GP4) desde la cual se ejecutó una cortina de drenaje vertical. Completando esta cortina se excavó la galería GP9 que llega a pocos metros de la pared diafragma, desde la cual se excavan los drenes que cierran la cortina de drenaje mencionada.

Para la realización de las obras de paleocauce y sus accesos se excavaron 6680 m de galerías y 600 m de pozos.

3. Sistema de drenaje del Paleocauce.

El valle del paleocauce desemboca aguas abajo en una gran ensenada o bahía, llamada "anfiteatro". En este sector se ubica el sistema de drenaje que permitirá captar las eventuales filtraciones de la cortina de impermeabilización y galería de drenaje evitando así el riesgo de posible deslizamiento de la ladera aguas abajo del estribo izquierdo de la presa, provocado por la intersección de la piezométrica con el talud de la ladera y también evitará las posibles erosiones por tubificación.

El sistema de drenaje consiste básicamente en cuatro niveles de drenaje.

Fechas claves

Las obras civiles se iniciaron en febrero de 1985 hallándose prevista su terminación para fines de febrero de 1992 de acuerdo con el cronograma original contractual.

El desvío del río tuvo lugar el 2/1/87 y el cierre de las compuertas del mismo se concretó hace pocos días, el 31/8/90. Con ello el río escurre a través del descargador de fondo que permite el control del nivel del embalse.

Es importante señalar que a pesar de las dificultades que se debieron afrontar derivadas de la situación económica que vivió el país, se ha logrado mantener el ritmo de los trabajos, hecho que se ve reflejado en el cierre del desvío dentro de los plazos previstos que permiten no perder el actual año hidrológico. No haberlo hecho en la fecha citada hubiera significado una pérdida de generación de energía del orgen de los 110 millones de dólares considerando que la energía de Piedra del Aguila es de 5.500.000.000 Kw hora por año.

Se prevé que la primera turbina entraría en operación para los primeros meses de 1991.

Villa temporaria

Para el alojamiento del personal de los contratistas, la supervisión y dirección de obra e Hidronor se ha construido una villa temporaria cuya población ha llegado a las 9000 personas.

La misma cuenta con todos los servicios y comodidades que puedan requerirse en una pequeña comunidad. Está formada por 750 casas y 190 pabellones como asimismo por comedores y clubes para obreros y empleados, cine, gimnasio, supermercado, escuelas primarias y secundarias, banco, policía y bomberos.

PIEDRA DEL AGUILA

OBRA DE TITANES



ENERGÍA GENERADA

Es importante destacar que Piedra del Aguila generará aproximadamente el 10% del consumo nacional.

A continuación se detallan la potencia y la energía de distintos aprovechamientos hidroeléctricos:

	Potencia MW	Energía GWH
Piedra del Aguila	1.424	5.500
El Chocón	1.200	3.350
Alicura	1.000	2.360
Planicie Banderita	450	1.500
Arroyito	120	720
Pichi Picun Leufú	255	1.013
Salto Grande	1.820	6.700
Urugua-í	120	355
Río Grande	750	
Yaciretá	4.050	18.120

informático.

El desvío del río se efectuó a través de un canal a cielo abierto excavado en la margen izquierda, siendo controlado el escurrimiento por una estructura de control que forma parte de la presa.

Paleocauce

El perfil geológico muestra sobre margen izquierda y a partir del estribo de la presa, un valle de un cauce antiguo cuya base está constituida por rocas andesíticas y graníticas. Este valle está rellenado por sedimentos aluvionales sobrepuestos, compuestos por arcillas, arenas, gravillas, gravas, rodados, y bloques de 25 cm. o mayores entremezclados. Estos sedimentos se encuentran cubiertos por varias coladas basálticas, con espesores que alcanzan los 70 m, creando una meseta.

El paleocauce se halla ubicado paralelo al actual cauce del río Limay (en la zona de cierre). Este problema es inédito para este tipo de presa y original su tratamiento.

La impermeabilización de este valle se hizo a través de un muro de hormigón (Pared Diafragma) y una cortina de inyecciones; un sistema de drenaje aguas abajo controla las eventuales filtraciones según se describe a continuación:

1. Muro Diafragma:

a) Proyecto constructivo:

El proyecto constructivo fue propuesto y llevado a cabo por U.C.A.S.A. (Contratista Principal). El proyecto comprendió la metodología constructiva, cálculo de estabilidad de los distintos elementos componentes e ingeniería de detalle.

El empalme de la presa con la cortina de inyección del paleocauce se proyectó hacerlo por medio de una pared contínua de hormigón (obra denominada Muro Diafragma), y una estructura de vinculación (obra denominada Módulo 4).

El mencionado muro tiene aprox. 190 m de longitud, comenzando en el Módulo 4 de la Presa, atravesando la elevación que forma la roca de base y terminando en la ladera derecha del valle del paleocauce. El espesor del muro es variable entre 1,90 m y 3,50 m y una altura máxima de 66 m entre la roca base y la parte inferior del basalto.

Ante esta situación el contratista implementó un método que contempla la excavación de 23 galerías sobrepuestas a ser rellenadas con hormigón tras la excavación. Asimismo se buscó 4 de los módulos de la Presa (módulos 5 y 6). Para ello se utilizó el método de "Jet Grouting" (tratamiento tipo T2) para consolidar las paredes de dos barriles cilíndricos excavados en aluvión hasta alcanzar la cota de fundación en roca. Desde el primer barril (B1) se previeron excavar ocho galerías sobrepuestas del Muro Diafragma mientras que en el segundo barril (B2) se fundó parte del Módulo 5 y del Módulo 4.

Las galerías superiores hasta la galería GP6 se excavaron desde el barril y las inferiores se excavaron desde el pozo PP1 (límite izq. Muro Diafragma).

2. Tratamiento del Paleocauce

El tratamiento del paleocauce consistió básicamente a partir del PP1, (final del Muro Diafragma) y hasta el extremo izquierdo del valle, en una reducción sustancial de la permeabilidad del relleno aluvial del mismo como la de la roca base, mediante una "cortina de impermeabilización" con inyecciones desde galerías superiores (GP1 y GP2) e inferior (GP3) contenidas en un mismo plano vertical y coincidente con el Muro Diafragma. Las diferencias de niveles entre ambas galerías son de 80 m aproximadamente.

El tratamiento previsto (cortina de impermeabilización) consistió en tres líneas de inyección conformadas por dos barreras extremas (primaria y secundaria) y una central (terciaria) cuyas perforaciones se ubicaron en tres planos verticales paralelas a los ejes de las galerías (GP1, GP2, gal. superiores y GP3 gal. inferior). Dichos planos están separados 2 m en la gal. GP2 y 1,35 m en la GP1.

A unos 200 m aguas abajo de la galería GP3 y aproximadamente paralela a ésta, se desarrolla otra galería (gal. GP4) desde la cual se ejecutó una cortina de drenaje vertical. Completando esta cortina se excavó la galería GP9 que llega a pocos metros de la pared diafragma, desde la cual se excavan los drenes que cierran la cortina de drenaje mencionada.

Para la realización de las obras de paleocauce y sus accesos se excavaron 6680 m de galerías y 600 m de pozos.

3. Sistema de drenaje del Paleocauce.

El valle del paleocauce desemboca aguas abajo en una gran ensenada o bahía, llamada "anfiteatro". En este sector se ubica el sistema de drenaje que permitirá captar las eventuales filtraciones de la cortina de impermeabilización y galería de drenaje evitando así el riesgo de posible deslizamiento de la ladera aguas abajo del estribo izquierdo de la presa, provocado por la intersección de la piezométrica con el talud de la ladera y también evitará las posibles erosiones por tubificación.

El sistema de drenaje consiste básicamente en cuatro niveles de drenaje.

Fechas claves

Las obras civiles se iniciaron en febrero de 1985 hallándose prevista su terminación para fines de febrero de 1992 de acuerdo con el cronograma original contractual.

El desvío del río tuvo lugar el 2/1/87 y el cierre de las compuertas del mismo se concretó hace pocos días, el 31/8/90. Con ello el río escurre a través del descargador de fondo que permite el control del nivel del embalse.

Es importante señalar que a pesar de las dificultades que se debieron afrontar derivadas de la situación económica que vivió el país, se ha logrado mantener el ritmo de los trabajos, hecho que se ve reflejado en el cierre del desvío dentro de los plazos previstos que permiten no perder el actual año hidrológico. No haberlo hecho en la fecha citada hubiera significado una pérdida de generación de energía del orgen de los 110 millones de dólares considerando que la energía de Piedra del Aguila es de 5.500.000.000 Kw hora por año.

Se prevé que la primera turbina entraría en operación para los primeros meses de 1991.

Villa temporaria

Para el alojamiento del personal de los contratistas, la supervisión y dirección de obra e Hidronor se ha construido una villa temporaria cuya población ha llegado a las 9000 personas.

La misma cuenta con todos los servicios y comodidades que puedan requerirse en una pequeña comunidad. Está formada por 750 casas y 190 pabellones como asimismo por comedores y clubes para obreros y empleados, cine, gimnasio, supermercado, escuelas primarias y secundarias, banco, policía y bomberos.

Alberto Angel Hevia, interventor de Hidronor, destaca que una sola de las cuatro turbinas de Piedra del Aguila supera la capacidad total de las ocho turbinas de El Chocón y produce más energía que Atucha 1.

"LA REPRESA MAS IMPORTANTE DEL PAIS"

Vista del rotor del generador y su viga de izaje.

En los próximos días comenzará a funcionar una de las cuatro turbinas de Piedra del Aguila. Esta obra, que lleva ocho años de ejecución y un costo cercano a los 1400 millones de dólares, producirá más del 10 por ciento de la energía que consume el país.

El interventor de la empresa Hidronor, ingeniero Alberto Angel Hevia, explica en este reportaje la importancia que tiene la culminación de este emprendimiento.

—¿Qué significa esta obra para el país?

—Tener Piedra del Aguila terminada implica incrementar la capacidad del sistema hidroeléctrico en un 12 por ciento del consumo total de electricidad.

—¿Cuándo comenzó?

—Se empezó a mediados de 1986; tuvo avances importantes como proyecto y como obra hasta que tropezó con dos hiperinflaciones que la castigaron mucho. Hubo paralización parcial de los trabajos por falta de pago a los contratistas, se replantearon todos los contratos existentes y en abril de 1991, cuando asumí como interventor, las obras estaban prácticamente paralizadas, excepto la obra civil y algunos contratos de consultoría.

—¿Cómo se reinicia?

—Primero, por una fuerte decisión política. Luego, un notable esfuerzo técnico, de trabajo y económico para enderezar este proyecto en el que tuvimos que renegociar más de cincuenta contratos. Hubo mucho tiempo invertido en maratónicas negociaciones administrativas, financieras y de mantenimiento porque es más fácil comenzar una obra nueva que enderezar una obra que tuvo sus problemas.

—¿Cuántas represas hidroeléctricas realizó Hidronor?

—Esta es la duodécima, y desde el punto de vista hidroeléctrico, es la más importante que tiene el país como obra propia.

—¿Más importante que El Chocón?

—Sí. El Chocón fue la primera obra que tuvo Hidronor con una gran capacidad energética pero muy inferior a la de Piedra del Aguila; porque El Chocón se hizo para funciones múltiples y no sólo para la producción de energía sino también para la regulación de caudales, la provisión de agua potable y el suministro de agua para riego. Piedra del Aguila es una obra hidroenergética pura superando la capacidad de El Chocón.

—¿Cuánta energía va a producir Piedra del Aguila?

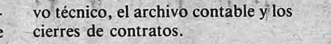
—Para que se tenga una idea de magnitud, Piedra del Aguila se compone de cuatro turbinas de 350 MW cada una. Una sola de estas turbinas supera la capacidad total de las ocho que tiene El Chocón en su conjunto. Para comparar, una turbina de Piedra del Aguila, trabajando a pleno, produce más energía que Atucha I si hay suficiente caudal de agua para que esto suceda.

—¿Qué va a ser del futuro de Hidronor?

—Hidronor no escapa al proceso de privatizaciones. Hoy hay un organismo oficial que controla la seguridad de las presas y el caudal de las aguas y se ha llamado a licitación para las áreas de transmisión de todas las líneas de 500 Kw que Hidronor tiene juntamente con su similar de Agua y Energía que se unificaron en una sola empresa que se llama Transener S.A. cuyos pliegos están a la venta y en las próximas semanas se realizará la apertura de sobres.

Por otra parte, la generación de Hidronor se ha dividido en cinco unidades de negocios: Chocón S.A., Cerros Colorados S.A. y Alicurá S.A. como obras terminadas; Piedra del Aguila y Pichi Picún Leufú S.A. como obras en ejecución. Estas obras se van a licitar en los próximos meses y existen oferentes importantes a nivel internacional.

Por último quedará un Hidronor residual que dependerá del Ministerio de Economía y se constituirá con áreas administrativas como el archivo técnico, el archivo contable y los cierres de contratos.



DE RUSIA, CON MUCHA ENERGIA

Energomachexoirt es la empresa de Rusia que desde hace más de 25 años participa como proveedor de importantes obras energéticas en la República Argentina. La Central Hidroeléctrica de Salto Grande, la Central Termoeléctrica Luis Piedrabuena, de Bahía Blanca, la Central Hidroeléctrica Piedra del Aguila, la Central Hidroeléctrica Yacyretá, y la Central Termoeléctrica Costanera, son las más importantes obras que cuentan con equipamiento electromecánico principal como turbinas, generadores, transformadores y equipos auxiliares provistos por Energomachexport. Esta empresa también trabaja y provee sus equipos en todo el continente americano, habiendo realizado obras de significativa importancia en Canadá, EE.UU., México, Brasil, etc. En los 25 años de presencia en la República Argentina no sólo se ganó el concepto de empresa confiable habiendo cumplido siempre en tiempo y forma con sus compromisos de entrega, sino que también y ante el requerimiento de las autoridades locales realizó el esfuerzo para adelantar los programas originales por requerimientos de la obra en forma siempre positiva. Además participó con empresas de primer nivel de la Argentina en programas de cooperación habiendo aceptado colaborar con ellas transfiriéndoles tecnología de importancia para la construcción en el país de grandes turbinas, generadores y transformadores, posibilitando de esta forma que empresas industriales locales tengan hoy una verdadera participación y presencia en el mercado energético mundial. Estos programas de colaboración se vieron consolidados en forma de diferentes consorcios argentino-rusos, y es un motivo de orgullo para Energomachexport el gran desarrollo de su participación en el mercado energético argentino. En Piedra del Aguila en particular participó en la transferencia de la tecnología de los equipos principales, parte de los generadores, parte de las turbinas y la totalidad de los transformadores y también en esta obra se trabajó en conjunto con empresas argentinas.

El presente de Energomachexport se manifiesta con la presencia permanente de más de cuarenta técnicos de las diferentes especialidades, afectados a las obras mencionadas, y esta infraestructura le permite resolver cualquier consulta en el momento en que se la requiera, a través de una permanente interacción de sus ingenieros, y por supuesto responder en forma inmediata ante cualquier problema del servicio de las máquinas. Mirando el futuro, Energomachexport está dispuesta a mantener y, si es necesario, ampliar sus servicios e infraestructura en la Argentina y está preparándose para colaborar activamente con el nuevo modelo económico del actual gobierno, en cuanto se refiere a las privatizaciones y a la atención del sector privado emergente de las mismas, prestando su asesoramiento y poniendo su experiencia al servicio de todo el país.

Energomachexport confía en el desarrollo y crecimiento del mercado energético del país y asegura su permanente presencia en la República Argentina.